

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 26 794.4

**Anmeldetag:** 15. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** Philips Corporate Intellectual Property GmbH,  
Hamburg/DE

**Bezeichnung:** Miniaturisierte Mehrband-Antenne

**IPC:** H 01 Q 1/38

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. April 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

ZUSAMMENFASSUNG

## Miniaturisierte Mehrband-Antenne

- Die Erfindung betrifft eine Antenne mit einem dielektrischen Substrat (1) und zwei resonanten Leiterbahnstrukturen, insbesondere zur Anwendung im Hochfrequenz- und Mikrowellenbereich. Dabei sind auf einer Stirnfläche des Substrates (1) eine erste Leiterbahnstruktur (2) entlang einer ersten Kante und auf einer gegenüberliegenden, zweiten Kante der gleichen Stirnfläche eine zweite Leiterbahnstruktur (3) angeordnet. Durch die Anordnung der Leiterbahnstrukturen entsteht eine Lage der Resonanzen, die den Einsatz der vorgestellten Antennen in den vier separaten Applikationen GPS, DCS/PCS, UMTS und Bluetooth ermöglicht.

Fig. 1



## BESCHREIBUNG

### Miniaturisierte Mehrband-Antenne

Die Erfindung betrifft eine Antenne mit einem Substrat mit mindestens einer resonanten Leiterbahnstruktur, insbesondere für mobile Dual- oder Multiband-Telekommunikations-  
5 geräte wie Mobil- und Schnurlostelefone, sowie für Geräte, die nach dem Bluetooth-Standard kommunizieren. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Schaltungsplatine mit einer solchen Antenne sowie ein Funkkommunikationsgerät mit einer solchen Antenne.

10 In der mobilen Telekommunikation werden zur Übertragung von Informationen elektromagnetische Wellen im Mikrowellenbereich verwendet. Beispiele hierfür sind die Mobiltelefonstandards in den Frequenzbereichen von 890 (880) bis 960 MHz (GSM900), von 1710 bis 1880 MHz (GSM1800 - oder DCS), sowie von 1850 bis 1990 MHz (GSM1900 oder PCS), weiterhin das UMTS-Band (1885 bis 2200 MHz), der  
15 DECT-Standard für Schnurlostelefone im Frequenzbereich von 1880 bis 1900 MHz, sowie der Bluetooth-Standard im Frequenzbereich von 2400 bis 2480 MHz, der dazu dient, Daten zwischen verschiedenen elektronischen Geräten wie zum Beispiel Mobiltelefonen, Computern, Geräten der Unterhaltungselektronik usw. auszutauschen. Neben der Informationsübertragung werden in den mobilen Telekommunikationsgeräten  
20 zuweilen auch zusätzliche Funktionen und Anwendungen wie zum Beispiel zum Zwecke der Satellitennavigation in dem bekannten GPS-Frequenzbereich (1573 MHz) realisiert.

Moderne Telekommunikationsgeräte dieser Art sollen somit in möglichst vielen der genannten Frequenzbereiche betrieben werden können, so dass entsprechende Mehr- oder Multiband-Antennen benötigt werden, die diese Frequenzbereiche abdecken.

25 Zum Senden bzw. Empfangen müssen die Antennen elektromagnetische Resonanzen bei den entsprechenden Frequenzen ausbilden. Um die Größe der Antenne bei gegebener Wellenlänge zu minimieren, wird als Grundbaustein der Antenne im allgemeinen ein

Dielektrikum mit einer Dielektrizitätskonstanten  $\epsilon_r > 1$  verwendet. Dies führt zu einer Verkürzung der Wellenlänge der Strahlung im Dielektrikum um einen Faktor  $1/\sqrt{\epsilon_r}$ .

Eine auf der Grundlage eines solchen Dielektrikums konzipierte Antenne wird daher in ihrer Größe ebenfalls um diesen Faktor kleiner.

5

Eine Antenne dieser Art umfasst somit einen Block (Substrat) aus dielektrischem Material. Auf mindestens eine der Oberflächen des Substrates sind je nach gewünschtem Betriebsfrequenzband oder -bändern eine oder mehrere Metallisierungsstrukturen aufgebracht. Die Frequenzlage oder die Resonanzfrequenzen sind von den Dimensionen und der Anordnung der aufgedruckten Metallisierungsstruktur sowie dem Wert der Dielektrizitätskonstanten des Substrates abhängig. Dabei verschieben sich die einzelnen Resonanzfrequenzen mit zunehmenden Werten der Dielektrizitätskonstante zu niedrigeren Frequenzen.

10

15 In der EP 11523395 wird eine Mikrowellenantenne mit einem dielektrischen Substrat und mindestens einer resonanten Leiterbahnstruktur beschrieben, die durch mehrere Leitungsabschnitte charakterisiert ist. Die Leitungsabschnitte verlaufen im wesentlichen mäanderförmig an mehreren Seitenflächen des Substrats. Derartige Antennen können zusammen mit anderen Bauelementen durch übliche Oberflächenmontage auf eine gedruckte Schaltungsplatine aufgelötet werden. Die Bandbreite einer solchen bekannten Antenne reicht nur aus, um eine vollständige Abdeckung der Frequenzbänder des GSM-Standards zu erzielen. Die eingangs genannten Multibandanwendungen sind damit folglich nicht möglich.

20

25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Antenne für die genannten Multibandanwendungen zu schaffen.

Die Aufgabe wird durch eine Antenne der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass das Substrat auf einer Stirnfläche eine erste Leiterbahnstruktur entlang einer ersten

30 Kante und auf einer gegenüberliegenden, zweiten Kante der gleichen Stirnfläche eine zweite Leiterbahnstruktur aufweist.

Die Antenne hat neben dem Vorteil der Möglichkeit der Oberflächenmontage (SMD) den wesentlichen Vorteil, dass die Antenne in den Frequenzbereichen des UMTS- und Bluetooth Standards betrieben werden kann. Ein besonderer Vorteil der Antenne besteht darin, dass die Bandbreite der Antenne, trotz der geringen Größe, über 1 GHz beträgt.

- 5 Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht darin, dass die resonanten Metallisierungsstrukturen vollständig auf nur eine der Stirnflächen des Substrates aufzubringen sind und somit die Herstellung der vollständige Metallisierungsstruktur in einem Fertigungsschritt durchgeführt werden kann.

- 10 Die zweite Leiterbahnstruktur der Antenne gleicht der ersten Leiterbahnstruktur in Form und Größe. Das Substrat der Antenne ist im wesentlichen quaderförmig mit zwei größeren Stirnflächen und vier kleineren Seitenflächen. Dabei sind die erste und zweite Leiterbahnstruktur auf einer ersten Stirnfläche aufgebracht und erstrecken sich von einer ersten bis zu einer zweiten, gegenüberliegenden Seitenfläche entlang der Kante.

15

Die erste und zweite Leiterbahnstruktur haben die Form einer rechtwinkligen Fläche.

Jede Leiterbahnstruktur kann auch in vier Leiterbahnen aufgeteilt werden, wobei eine erste Leiterbahn sich von der ersten bis zu der zweiten Seitenfläche entlang der Kante

- 20 erstreckt, eine zweite Leiterbahn sich von der zweiten bis zu der ersten Seitenfläche erstreckt, eine dritte Leiterbahn sich an die erste Leiterbahn anschließt und die erste Leiterbahn mit der zweiten Leiterbahn verbindet. Dabei schließt sich eine vierte Leiterbahn an die zweite Leiterbahn an.

- 25 Bei dieser Weiterbildung kann die Antenne in Frequenzbereiche des GPS-, DCS-, UMTS-, sowie Bluetooth-Bandes wirksam arbeiten.

Die erste und zweite Leiterbahn sowie die dritte und vierte Leiterbahn der Antenne sind etwa gleich lang. Gleichzeitig sind die erste und zweite Leiterbahn länger als die dritte

- 30 und vierte Leiterbahn. Die vierte Leiterbahn verläuft entlang einer Kante der ersten

Stirnfläche. Die erste und dritte Leiterbahn sind senkrecht zu der zweiten und vierten Leiterbahn angeordnet. Die zwei Leiterbahnstrukturen sind spiegelbildlich auf der ersten Stirnfläche festgelegt.

- 5 Die Erfindung betrifft auch eine gedruckte Schaltungsplatine, auf der eine erfindungsgemäße Antenne angeordnet ist, sowie ein Funkkommunikationsgerät, insbesondere für den GPS-, DCS-, UMTS- und Bluetooth-Bereich mit einer erfindungsgemäßen Antenne.

10 Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen anhand der Zeichnung. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten erfindungsgemäßen Antenne;

Fig. 2 ein an der ersten Antenne gemessenes Reflektionsdiagramm;

15 Fig. 3 eine schematische Darstellung einer zweiten erfindungsgemäßen Antenne;

Fig. 4 ein an der zweiten Antenne gemessenes Reflektionsdiagramm;

20 Fig. 5 eine schematische Darstellung einer dritten erfindungsgemäßen Antenne; und

Fig. 6 ein an der dritten Antenne gemessenes Reflektionsdiagramm.

Die nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen weisen ein Substrat aus einem im  
25 wesentlichen jeweils quaderförmigen Block auf, dessen Höhe etwa um einen Faktor 3 bis 10 kleiner ist, als dessen Länge oder Breite. Davon ausgehend sollen in der folgenden Beschreibung die in den Darstellungen der Figuren jeweils oberen bzw. unteren (großen) Flächen der Substrate als obere bzw. untere Stirnflächen und die dazu senkrechten Flächen als Seitenflächen bezeichnet werden.

Alternativ dazu ist es allerdings auch möglich, anstelle eines quaderförmigen Substrates andere geometrische Formen wie zum Beispiel eine Zylinderform zu wählen, auf die eine entsprechende resonanten Leiterbahnstruktur mit zum Beispiel spiralförmigem Verlauf aufgebracht ist.

Die Substrate können durch Einbetten eines keramischen Pulvers in eine Polymermatrix hergestellt werden und haben eine Dielektrizitätszahl von  $\epsilon_r > 1$  und / oder eine Permeabilitätszahl von  $\mu_r > 1$ .

10 Die erste Antenne gemäß Figur 1 besteht aus einem dielektrischen Substrat 1, an dessen unteren Stirnfläche zwei Leiterbahnstrukturen 2 und 3 aufgebracht sind. Die Leiterbahnstruktur 2 wird über eine erste Zuführung 4 gespeist werden, dagegen ist die Leiterbahnstruktur 3 mit einer zweiten Zuführung 7 verbunden. Das Substrat 1 wird durch Oberflächenmontage (SMD) auf eine Schaltungsplatine (PCB) 5 aufgelötet. Dies geschieht  
15 durch ein flaches Auflöten, bei dem einige hier nicht dargestellte Lötunkte (sog. Footprints) und die Zuführung 4 mit der Platine verbunden werden. Die Zuführung 4 wird dabei mit einer Leiterbahn 6 auf der Platine 5 kontaktiert, über die als ein Signal abstrahlende elektromagnetische Energie zugeführt wird. Die Zuführung 7 hingegen wird mit einer Massemetallisierung 8 der Schaltungsplatine 5 verbunden.

20 Die zwei Leiterbahnstrukturen 2 und 3 sind symmetrisch auf der unteren Stirnfläche des Substrats 1 angeordnet. Jede Leiterbahnstruktur der ersten Antenne besteht aus einer einzelnen Leiterbahn, die auf das Substrat 1 aufgedruckt ist und parallel, entlang der Länge der unteren Stirnfläche von einer Seitenfläche bis zu einer zweiten, gegenüberliegenden Seitenfläche des Substrates 1 verläuft.  
25

Die Resonanzfrequenzen dieser Antenne können in bekannter Weise über die Länge und Breite sowie Abstand der aufgedruckten Leiterbahnstruktur eingestellt werden. Aus der Überlagerung der durch die Leiterbahnstrukturen hervorgerufenen Resonanzfrequenzen  
30 resultiert eine Bandbreite, die es erlaubt die Antenne bei den gewünschten Frequenzen zu betreiben.



Bei einer möglichen Realisierung dieser ersten Antenne betragen die Abmessungen des Substrates 1 etwa  $8 \times 8 \times 2,0 \text{ mm}^3$ . Das für das Substrat 1 gewählte Material hat eine Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r = 21,5$  und ein  $\tan \delta = 1,17 \times 10^{-4}$ . Dies entspricht etwa den HF-Eigenschaften einer kommerziellen NP0-K21 Keramik ( $\text{Ca}_{0,05}\text{Mg}_{0,95}\text{TiO}_3$ -Keramik). Die aufgedruckte Leiterbahn wurde mittels Silberpaste hergestellt. Die Breite der Leitungsabschnitte beträgt etwa 0,5 mm.

Figur 2 zeigt das an der Zuführung 4 dieser Antenne gemessene Verhältnis  $R$  zwischen der an der Antenne reflektierten Leistung und der der Antenne zugeführten Leistung (Reflektionskoeffizient) in Abhängigkeit von der Frequenz  $f$  in Hz. Es ist deutlich zu erkennen, dass eine der beiden Resonanzen den Frequenzbereich des Bluetooth-Bandes von 2400-2483.5 MHz abdeckt. Die abgelesene Bandbreite von über 1 GHz reicht aus, um innerhalb des Frequenzbandes wirksam arbeiten zu können. Eine weitere Resonanz befindet sich bei ca. 3100 MHz.

Diese Ausführungsform hat neben dem für alle Ausführungsformen geltenden Vorteil der Möglichkeit der Oberflächenmontage (SMD) den wesentlichen Vorteil, dass die Antenne in den Frequenzen des Bluetooth-Bandes betrieben werden kann. Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht darin, dass die resonanten Metallisierungsstrukturen 2 und 3 vollständig auf nur eine der Stirnflächen des Substrates 1 aufzubringen sind und somit die Herstellung der vollständigen Metallisierungsstrukturen 2 und 3 in einem Fertigungsschritt integriert werden kann.

Figur 3 zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung. In dieser Darstellung sind gleiche oder entsprechende Elemente und Komponenten wie in Figur 1 jeweils mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet. Insoweit wird auf die Beschreibung im Zusammenhang mit Figur 1 Bezug genommen, und nachfolgend werden nur die Unterschiede erläutert.

Bei einer Realisierung dieser zweiten Antenne betragen die Abmessungen des Substrates 1 etwa  $12 \times 12 \times 2,0 \text{ mm}^3$ . Das für das Substrat 1 gewählte Material besteht auch aus einer NP0-K21 Keramik mit einer Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r = 21,5$  und einem  $\tan \delta = 1,17 \times 10^{-4}$ . Leiterbahnen wurden ebenfalls mittels Silberpaste hergestellt. Die Breite der  
5 Leiterbahnen wurde etwa 1.0 mm geändert.

Die Vorteile der zweiten Ausführungsform bestehen auch aus der Integration der Metallisierungsstrukturenfertigung in einem Schritt sowie der Möglichkeit der Oberflächenmontage. Diese Antenne hat aber den wesentlichen Vorteil, dass sie bei den Frequenzen  
10 des UMTS und Bluetooth-Standards betrieben werden kann.

In Fig. 4 ist das an der Zuführung 4 dieser Antenne gemessene Verhältnis R zwischen der an der Antenne reflektierten Leistung und der der Antenne zugeführten Leistung (Reflektionskoeffizient) in Abhängigkeit von der Frequenz f in Hz dargestellt. Zwei  
15 Resonanzfrequenzen können deutlich bei etwa 1,95 GHz und 2,6 GHz abgelesen werden. Die Bandbreite der zweiten Antenne beträgt weit über 1 GHz, so dass Frequenzen sowohl im UMTS- als Bluetooth-Band abgedeckt werden können.

Figur 5 zeigt eine dritte Ausführungsform der Erfindung. Die dritte Antenne besteht  
20 ebenfalls aus einem dielektrischen Substrat 1, an dessen unterer Stirnfläche die zwei Leiterbahnstrukturen 2 und 3 aufgebracht sind. Der wesentliche Unterschied der Leiterbahnen 2 und 3 zu der ersten Antenne liegt in der Form der Leiterbahnen. Weiterhin wird die Leiterbahnstruktur 2 über eine erste Zuführung 4 gespeist werden, dagegen ist die  
25 Leiterbahnstruktur 3 mit einer zweiten Zuführung 7 verbunden. Gleiche oder entsprechende Elemente und Komponenten bei der in Fig. 5 gezeigten Antenne sind wie in Figur 1 jeweils mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet. Insoweit wird auf die Beschreibung im Zusammenhang mit Figur 1 Bezug genommen, und nachfolgend werden nur die Unterschiede erläutert.

Die Metallstrukturen 2 und 3 werden jeweils nicht nur durch eine erste Leiterbahn 11 gebildet, die entlang der Länge der unteren Stirnfläche von der ersten Seitenfläche bis zu der zweiten, gegenüberliegenden Seitenfläche des Substrates 1 verläuft, sondern auch durch eine zweite, innere Leiterbahn 12, die parallel zu der ersten Leiterbahn 11 in einem Abstand von etwa 0.8 mm verläuft.

Die zwei parallelen Leiterbahnen 11 und 12 werden durch eine senkrecht zu den Leiterbahnen 11 und 12, entlang der zweiten Seitenfläche verlaufenden dritte Leiterbahn 13 verbunden. Eine vierte Leiterbahn 14 verläuft ebenfalls senkrecht zu den Leiterbahnen 11 und 12 und ist mit der Leiterbahn 12 verbunden. Sie erstreckt sich entlang der ersten Seitenfläche des Substrats 1 in Richtung der Leiterbahn 11. Im Unterschied zur Leiterbahn 13 verbindet die Leiterbahn 14 nicht die parallelen Leiterbahnen 11 und 12. Leiterbahn 11 bis 14 zusammen bilden jeweils die Metallstruktur 9 bzw. 10.

Die Abmessungen des Substrates 1 der dritten Antenne betragen etwa  $12 \times 12 \times 2,0 \text{ mm}^3$ . Das für das Substrat 1 gewählte Material besteht auch aus einer NP0-K21 Keramik mit einer Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r = 21,5$  und einem  $\tan \delta = 1,17 \times 10^{-4}$ . Leiterbahnen wurden ebenfalls mittels Silberpaste hergestellt. Die Breite der Leitungsbahnen 11 bis 14 wurde auf etwa 0.5 mm geändert.

Der besondere Vorteil dieser Ausführungsform besteht somit neben den oben genannten Vorteilen darin, dass mit dieser Antenne ein Multiband-Betrieb eines entsprechenden Mobilfunkgerätes möglich ist.

In Fig. 6 ist das an der Zuführung 4 der dritten Antenne gemessene Verhältnis  $R$  zwischen der an der Antenne reflektierten Leistung und der der Antenne zugeführten Leistung (Reflektionskoeffizient) in Abhängigkeit von der Frequenz  $F$  in GHz dargestellt. Deutlich zu erkennen sind drei Resonanzfrequenzen bei 1.57 GHz, 1.85 GHz, 2.55 GHz und eine Bandbreite der Antenne von etwa 1.2 GHz. Die Lage der Resonanzen ermöglicht den Einsatz der vorgestellten Antennen in den vier separaten Applikationen GPS, DCS/PCS, UMTS und Bluetooth.

PATENTANSPRÜCHE

1. Antenne mit einem dielektrischen Substrat (1) und zwei resonanten Leiterbahnstrukturen, insbesondere zur Anwendung im Hochfrequenz- und Mikrowellenbereich, wobei auf einer Stirnfläche des Substrates (1) eine erste Leiterbahnstruktur (2) entlang einer ersten Kante und auf einer gegenüberliegenden, zweiten Kante der gleichen Stirnfläche eine zweite Leiterbahnstruktur (3) angeordnet sind.
2. Antenne nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,
- 10 dass die zweite Leiterbahnstruktur (3) der ersten Leiterbahnstruktur (2) in Form und Größe gleicht.
3. Antenne nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,
- 15 dass das Substrat (1) im wesentlichen quaderförmig mit zwei größeren Stirnflächen und vier kleineren Seitenflächen ist und dass die erste und zweite Leiterbahnstruktur (2, 3) auf einer ersten Stirnfläche aufgebracht sind und sich von einer ersten bis zu einer zweiten, gegenüberliegenden Seitenfläche entlang der Kante erstrecken.
- 20 4. Antenne nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,
- dass die erste und zweite Leiterbahnstruktur (2, 3) die Form einer rechtwinkligen Fläche aufweisen.

5. Antenne nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass jede Leiterbahnstruktur (2, 3) in drei Leiterbahnen (11 bis 13) aufgeteilt ist, wobei

- eine erste Leiterbahn (11) sich von der ersten bis zu der zweiten Seitenfläche entlang  
5 der Kante erstreckt und

- eine zweite Leiterbahn (12) sich von der zweiten bis zu der ersten Seitenfläche  
erstreckt

- eine dritte Leiterbahn (13) sich an die erste Leiterbahn anschließt und die erste  
Leiterbahn mit der zweiten Leiterbahn verbindet.

10

6. Antenne nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine vierte Leiterbahn (14) sich an die zweite Leiterbahn (12) anschließt.

15

7. Antenne nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die erste und zweite Leiterbahn (11, 12) gleich lang sind.

8. Antenne nach Anspruch 5,

20

dadurch gekennzeichnet,

dass die dritte und vierte Leiterbahn (13, 14) gleich lang sind.

9. Antenne nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

25

dass die erste und zweite Leiterbahn (11, 12) länger sind als die dritte und vierte  
Leiterbahn (13, 14).

10. Antenne nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die vierte Leiterbahn (14) entlang einer Kante der ersten Stirnfläche verläuft.

5 11. Antenne nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die erste und dritte Leiterbahn senkrecht zu der zweiten und vierten Leiterbahn angeordnet sind.

10 12. Antenne nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die zwei Leiterbahnstrukturen (2, 3) spiegelbildlich auf der ersten Stirnfläche angeordnet sind.

15 13. Gedruckte Schaltungsplatine, auf der eine Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche angeordnet ist.

14. Funkkommunikationsgerät, insbesondere für den GPS-, DCS/PCS-, UMTS- und Bluetooth-Bereich,

20 gekennzeichnet durch eine Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 12.



2/6

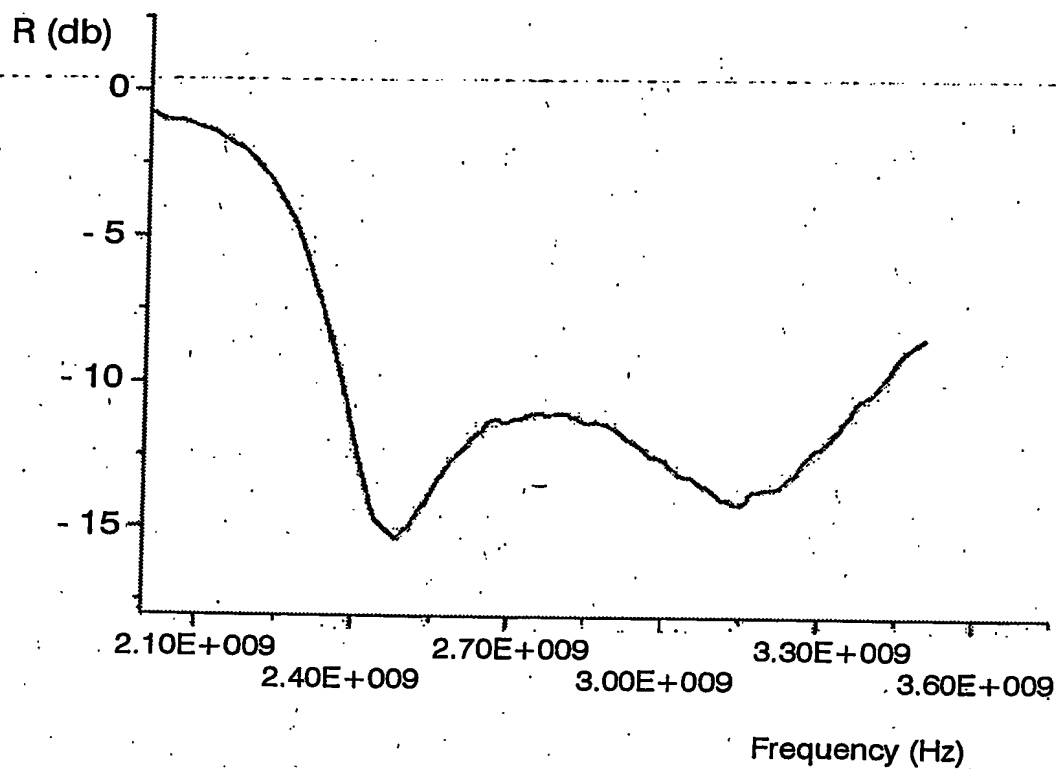


FIG.2



3/6

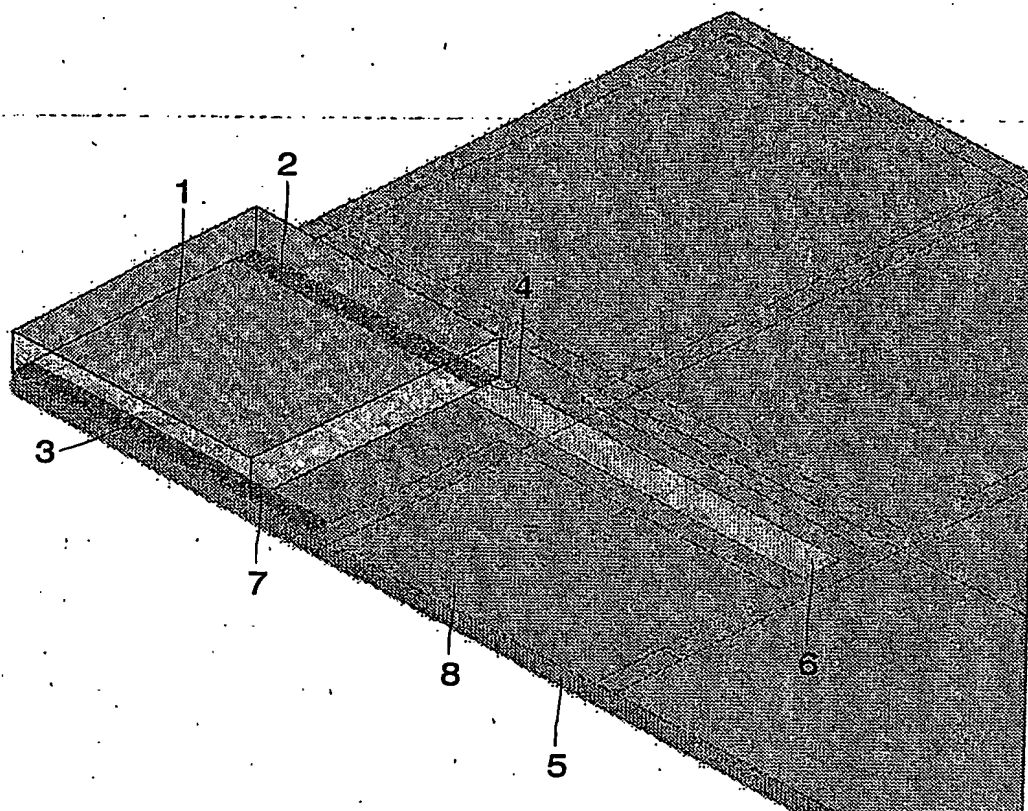


FIG.3

4/6

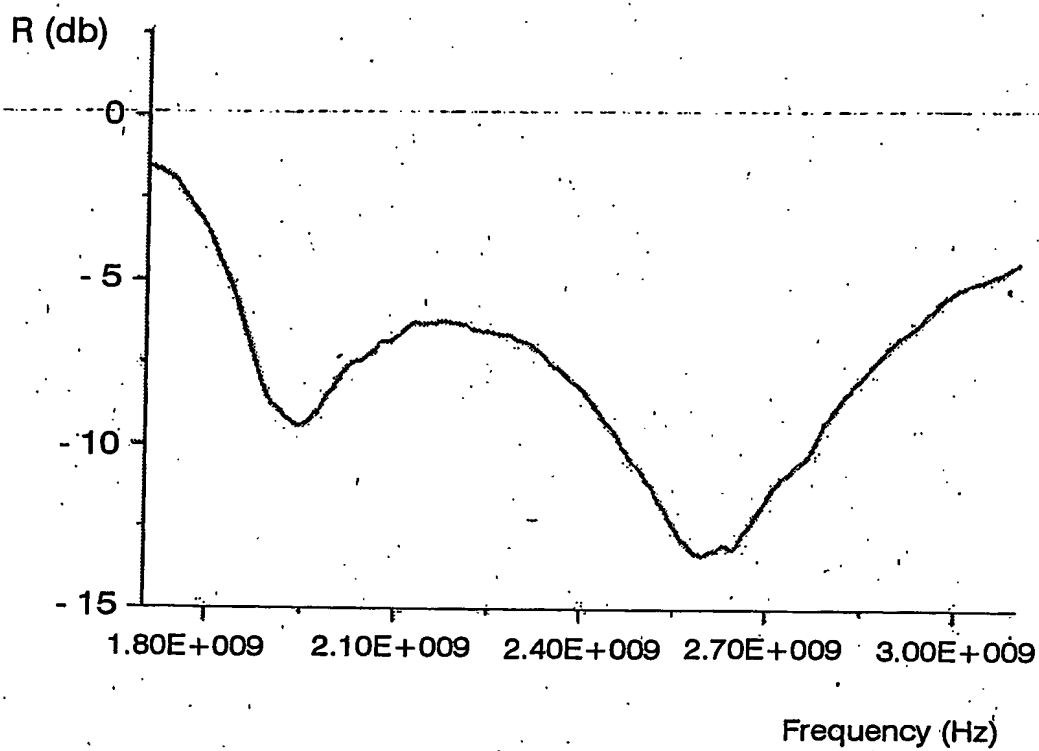


FIG.4



6/6

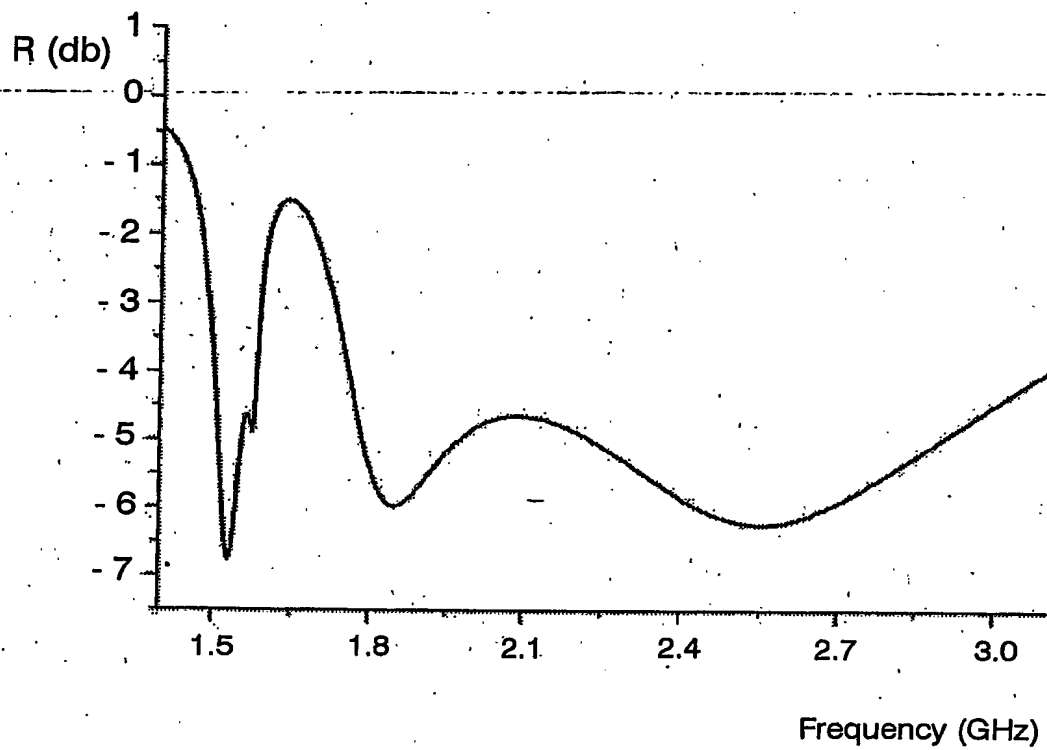


FIG.6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**